

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

DERWENT-ACC-NO: 2003-050802

DERWENT-WEEK: 200305

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Metal polishing method in wiring  
process of semiconductor element manufacture,  
involves supplying metal polishing liquid having  
oxidizing and protective film formation agents and water and  
moving substrate and pad

PRIORITY-DATA: 2001JP-0078169 (March 19, 2001)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PAGES	PUB-DATE	MAIN-IPC	
LANGUAGE				N/A
JP 2002280336 A	007	September 27, 2002	H01L 021/304	

INT-CL (IPC): B24B037/00, C09K003/14 , H01L021/304

ABSTRACTED-PUB-NO: JP2002280336A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - The metal film of the substrate is arranged contacting the surface side of the chemo-mechanical polishing pad which has several micro protrusions. The metal polishing liquid consisting of metal oxidizing agent, oxidation metal solubilizer, protective film formation agent and water, is supplied to the substrate and the pad and are moved relatively.

USE - For grinding metal film on substrate in wiring process of semiconductor

element production technique.

ADVANTAGE - Provides efficient removal of excessive film forming layer and provides highly performed polishing velocity at high speed.

Promotes reduction in dishing amount and eliminates dressing process.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/0

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-280336

(P2002-280336A)

(43)公開日 平成14年9月27日(2002.9.27)

(51)Int CL'	識別記号	P I	マーク*(参考)
H 01 L 21/304	6 2 2	H 01 L 21/304	6 2 2 F 3 C 0 5 8
	6 2 1		6 2 1 D
B 24 B 37/00		B 24 B 37/00	C
			H
C 09 K 3/14	5 5 0	C 09 K 3/14	5 5 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2001-78169(P2001-78169)

(22)出願日 平成13年3月19日(2001.3.19)

(71)出願人 000004455

日立化成工業株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目1番1号

(72)発明者 羽賀 昌信

茨城県つくば市和合48 日立化成工業株式  
会社総合研究所内

(72)発明者 西山 雅也

茨城県つくば市和合48 日立化成工業株式  
会社総合研究所内

(74)代理人 100083806

弁理士 三好 秀和 (外8名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 金属研磨方法

(57)【要約】

【課題】 金属埋め込み配線形成等の金属膜の研磨方法において、金属の埋め込み膜の余分な成膜層等の金属の被研磨膜の研磨を効率良く、高速に、かつプロセス管理も容易に行うことができる金属研磨方法を提供する。

【解決手段】 基板上の金属膜を化学機械的に研磨する研磨方法であって、表面に微小突起を配列してなるCMPバッドに被研磨膜である金属膜を有する基板を押し当てるながら、かつ金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤および水を含有する金属研磨液を供給しながら、被研磨膜と該バッドとを相対的に動かして研磨する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上の金属膜を化学機械的に研磨する研磨方法であって、表面に微小突起を配列してなるCMPパッドに被研磨膜である金属膜を有する基板を押し当てるながら、かつ金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤および水を含有する金属研磨液を供給しながら、被研磨膜と該パッドとを相対的に動かして研磨することを特徴とする金属研磨方法。

【請求項2】 金属研磨液がさらに水溶性高分子化合物を含有する請求項1記載の金属研磨方法。

【請求項3】 研磨される金属膜が、銅、銅合金、銅の酸化物及び銅合金の酸化物からなる群より選ばれる少なくとも1種を含む請求項1または2記載の金属研磨方法。

【請求項4】 前記CMPパッドの微小突起は、平均高さが $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下、平均ピッチが $30\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $1000\text{ }\mu\text{m}$ 以下である請求項1～3のいずれか記載の金属研磨方法。

【請求項5】 前記CMPパッドの微小突起の凸部上面の面積が $0.25\text{ mm}^2$ 以下である請求項1～4のいずれか記載の金属研磨方法。

【請求項6】 前記CMPパッドが、少なくとも、(A)支持体層、(B)表面に微小突起を形成した層の2層からなる請求項1～5のいずれか記載の金属研磨方法。

【請求項7】 前記CMPパッドの表面の微小突起が、光硬化性樹脂に型を転写し、これを硬化して得られた請求項1～6のいずれか記載の金属研磨方法。

【請求項8】 前記CMPパッドが反物(ウェブ)状の形態をなし、連続的あるいは断続的にCMPパッドの新たな微小突起面を引き出しながら被研磨膜を研磨する請求項1～7のいずれか記載の金属研磨方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、金属研磨方法に関し、特に半導体素子製造技術の配線工程等における基板上の金属膜を化学機械的に研磨する金属研磨方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】現在の超々大規模集積回路では、実装密度を高める傾向にあり、種々の微細加工技術が研究、開発されている。既に、デザインルールは、サブハーフミクロンのオーダーになっている。このような厳しい微細化の要求を満足するために開発されている技術の一つに化学機械的研磨(ケミカルメカニカルポリッシング、以下、CMPという。)技術がある。一般的なCMP技術は、研磨装置の研磨定盤の上に研磨布または高分子材料を有する化学機械的研磨用のパッド(以下、CMPパッドという。)を貼り付け、スラリー状の研磨剤を供給しながら、研磨定盤とウエハ等の被研磨物を保持したホル

ダーとを回転、振動させることにより、被研磨物と研磨パッドとを相対的に動かして研磨する。この技術は、半導体装置の製造工程において、露光を施す層を完全に平坦化し、露光技術の負担を軽減し、歩留まりを安定させることができるために、例えば、層間絶縁膜、BPSG膜の平坦化、シャロー・トレンチ分離、金属アーチ形成、埋め込み配線形成において必須となる技術である。

【0003】また、デザインルール $0.25\text{ }\mu\text{m}$ 以上の世代では、層間絶縁膜上のA1配線やプラグにはW等が

10 用いられていたが、加工寸法の微細化に伴い要求される電気特性を満たすために最近は、銅や銅合金の利用が試みられている。しかし、銅合金は従来のアルミニウム合金配線の形成で頻繁に用いられたドライエッティング法による微細加工が困難である。そこでダマシングやディアルダマシング等の埋め込み配線技術が検討されており、基板上に埋め込んだ余分な金属膜を除くためにCMPが必須な技術となる。

【0004】従来、半導体装置の製造工程において、配線用金属や金属合金等の平坦化及び埋め込み層を形成するためのCMPによる研磨方法としては、研磨する金属薄膜を形成した基板をCMPパッドに押しあて加圧し、

20 研磨剤を研磨膜とCMPパッドとの間に供給しながら、基板もしくはCMPパッドを動かして行っている。この際、酸化剤及び固体砥粒からなる研磨剤、発泡ウレタン系のCMPパッドが一般的に用いられている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の固体砥粒を含む金属研磨液を用いてCMPによる配線用金属や金属合金等の平坦化や埋め込みを行う場合には、パターンの平坦性が悪く、埋め込み膜の厚みばらつきやディッシング(広い銅配線パターン部で銅が部分的に削れ過ぎて皿状に陥る現象)により特性がばらつくという技術課題がある。さらに、固体砥粒に由来する研磨傷の発生、研磨後の基板表面に残留する固体砥粒を除去するための洗浄プロセスが複雑である等の問題が生じる。

【0006】さらに、上記発泡ウレタン系のCMPパッドを用いて金属配線を研磨する場合、まれに基板上に埋め込んだ余分な金属膜を完全に除去できない問題が生じる。また、従来のCMPパッドは、ドレッシングと呼ばれる前処理を定期的に行う必要がある。これは、ダイヤモンド砥石等を用いてパッド表面を削ってあらす作業で、研磨によって目詰まりを起こしたパッド表面を削り研磨前の表面状態に戻すことを目的に行われる。しかしながら、このドレッシング処理によりパッド表面に形成される凹凸は形状、大きさともに不揃いで、結果として、研磨特性の不安定さを招いている。また、ダイヤモンド砥石の劣化やパッド自身の発泡密度ばらつきも、研磨特性に影響を与える要因となる。また、CMPによる研磨工程では、研磨量を研磨時間によって制御するプロセス管理方法が一般的に行われている。しかし、パー

40

50

ン段差形状の変化だけでなく、CMPパッドの状態等でも、研磨速度が顕著に変化してしまったため、プロセス管理が難しいという問題があった。

【0007】本発明は、金属埋め込み配線形成等の金属膜の研磨方法において、金属等の埋め込み膜の余分な成膜層の除去を効率的にかつプロセス管理も容易に行い、さらに高平坦化、ディッシング量及びエロージョン量の低減、研磨傷の低減を可能するために、高信頼性、高性能の金属研磨方法を提供するものである。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、基板上の金属膜を化学機械的に研磨する研磨方法であって、表面に微小突起を配列してなるCMPパッドに被研磨膜である金属膜を有する基板を押し当てながら、かつ金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤および水を含有する金属研磨液を供給しながら、被研磨膜と該パッドとを相対的に動かして研磨する金属研磨方法に関する。

【0009】また、本発明は、前記金属研磨液がさらに水溶性高分子化合物を含有する金属研磨方法、研磨される金属膜が、銅、銅合金、銅の酸化物及び銅合金の酸化物からなる群より選ばれる少なくとも1種を含む金属研磨方法に関する。

#### 【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。本発明は、金属のCMP技術において、金属の酸化材、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤、および水を含有する金属研磨液と、微小突起が配列されている表面を有するCMPパッドとを組合せることにより、金属膜の研磨が、効率良く、高性能に、かつプロセス管理も容易に行えるを見出でたなされたものである。

【0011】本発明の金属研磨方法におけるCMPパッドは、表面に微小突起が配列されていることを特徴とする。表面の該微小突起は形、大きさともにはば揃っていることが好ましく、特に、微小突起の平均高さが $1\mu m$ 以上 $200\mu m$ 以下、平均ピッチが $30\mu m$ 以上 $1000\mu m$ 以下であるのが好ましい。また、CMPパッドが、少なくとも(A)支持体層と(B)表面に微小突起を形成した層との2層からなることが好ましい。さらに、該微小突起は、光硬化性樹脂層に型を転写し、これを硬化して得られたものが好ましい。

【0012】本発明におけるCMPパッドについて、以下に説明する。CMPパッドの作製方法としては、エンボスロール法や、金属成型法、転写法等が挙げられ、このうち微小突起の寸法精度に優れかつ生産性が良い転写法が好ましい。

【0013】エンボスロール法を用いる場合は、押し出しエンボス機を用いて作製する。エンボス装置の片方のロールに同一形状の微小くぼみを配列した加工ロールを用い、軟化した樹脂を押し出しエンボス装置でショート状に加工し、冷却ロールで冷却して、表面に微小突起が

配列されている目的のCMPパッドを得る。この際エンボス装置のロールの組み合わせは、両ロールを金属製とするメタルマッチ方式を用いるのが望ましい。従来、ロール組み合わせとして金属ロールとゴムロールの組み合わせが一般的であるが、この組み合わせを用いるとゴムロールの弾性変形により、表面に形成する微小突起寸法精度が低下する。また、金属ロールにすることによりロール温度の微細調整が可能となり、エンボス加工時の温度制御範囲の狭い結晶性熱可塑性樹脂も使用できる。

10 【0014】アフターエンボス加工は、シートの再加熱工程で原反を均一に加熱し軟化させることが難しく、寸法精度の要求される微細加工には向きである。エンボスロール法の特徴としては、ほとんどの熱可塑性樹脂の使用が可能で安価に量産できることが挙げられる。

【0015】金型成型法では、一般的な射出成型を用いて作製できる。加熱溶融した樹脂を加圧して射出ノズルから冷却金型内に射出し、冷却後脱型する。この手法ではほとんどの樹脂の使用が可能で寸法精度も良好であるが、バッチ式であるため量産化には向かない。

20 【0016】寸法精度が良好で生産性が良い微小突起の形成手法として、光硬化性樹脂を型から転写する手法がある。以下、この手法を用いた微小突起の形成方法の一例を示す。まず(A)支持体層上に光硬化性樹脂薄膜層を形成する。この薄膜層は微小突起を配列して形成する予定面である。その薄膜層に対して、多数の所望の同一形状の微小くぼみを表面に加工処理された転写原型を押し当てて、該薄膜層を露光、硬化しながら薄膜層に転写原型の表面を転写する。これらの工程により、(B)表面に微小突起を形成した層が得られ、この層と(A)支持体層とからなるCMPパッドを得られる。本発明におけるCMPパッドは、(A)支持体層と(B)表面に微小突起を形成した層とに加えて、例えば、弹性率の低い素材の層を、(A)支持体層の(B)表面に微小突起を形成した層とは逆の面に備えてなることができる。

30 【0017】本発明におけるCMPパッドの(A)支持体層としては、化学的、熱的に安定であり、シートまたは板状に成形できるものを用いることができる。例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン、セルロースアセテート等のセルロース誘導体、ポリ

40 アミド、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリイミド、ポリエステルが挙げられる。これらの中で特に好ましいのは寸法安定性に優れた2軸延伸ポリエチレンテレフタレートである。また、目的により研磨対象に合った支持体層の材質や厚みを選択して弹性率をコントロールすることにより、研磨特性を調整することも可能である。例えば、被研磨体の均一性を向上させるためには弹性率の低い支持体(ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリアミド等)を用いると効果がある。支持体層の好ましい厚さは $5\sim 2000\mu m$ である。

50 【0018】光硬化性樹脂薄膜層に用いる光硬化性樹脂

組成物は特に限定しない。例として、光重合成モノマーとしては、各種アクリレート、各種アクリラミド、ビニル化合物等の単官能性、多官能性のエチレン性不飽和モノマーを用いることが出来る。ベースレジンとしては、ポリエステル、エポキシ、ポリウレタンの各アクリレート等を用いることができる。

【0018】また、光硬化性樹脂組成物の光開始剤としては、例えばベンゾフェノン、N,N'-テトラエチル-4,4'-ジアミノベンゾフェノン、4-メトキシ-4'-ジメチルアミノベンゾフェノン、ベンジル、2,2-ジエトキシアセトフェノン、ベンゾイン、ベンゾイシンメチルエーテル、ベンゾインソブチルエーテル、ベンジルジメチルケタール、 $\alpha$ -ヒドロキシソブチルフェノン、チオキサントン、2-クロロチオキサントン、1-ヒドロキシソブチルフェノン、2-メチル-1-[4-(メチルチオ)フェニル]-2-モルホリノ-1-プロパン、 $t$ -ブチルアントラキノン、1-クロロアントラキノン、2-エチルアントラキノン、1,4-ナフトキノン、9,10-フェナントラキノン、1,2-ベンゾアントラキノン、1,4-ジメチルアントラキノン、2-フェニルアントラキノン、2-ベンジル-2-N,N-ジメチルアミノ-1-(4-モルホリノフェニル)-1-ブタノン、2-(o-クロロフェニル)-4,5-ジフェニルイミダール2量体等が挙げられる。これらの光開始剤は単独で又は2種類以上を組み合わせて使用される。光開始剤の使用量は、光硬化性樹脂組成物中の固形分総量の0.01~25重量%とすることが好ましく、1~20重量%であることがより好ましい。さらに必要に応じて、増感剤、密着向上剤等の添加剤を加えても良い。

【0019】光硬化性樹脂層の支持体層上への塗布方法としては、ロールコーナー塗布、スピンドル塗布、スプレー塗布、ディップコーナー塗布、カーテンフローコーナー塗布、ワイヤバーコーナー塗布、グラビアコーナー塗布、エアナイフコーナー塗布、ダイコーナー塗布等が挙げられる。光硬化性樹脂層の厚みは1~300μmとすることが好ましい。

【0020】転写原型の材質は、金属、樹脂等、限定されないが、好ましくは寸法安定性、導電性に優れるステンレス等の鉄合金、さらに銅が積層されたものを用いる。銅は延性・展性に富むので機械加工しやすく、また薬液で容易にエッチ加工できる。表面は機械研磨、エッチング、洗浄等で均一にして用いる。転写原型の形状は、板状、シート状、ロール状等限定されないが、ロール状であると回転しながら加工が可能となるのでより好ましい。転写原型の微小くぼみ製造方法としては、エッチング法、電鋳法、彫刻子を押圧する方法等がある。さらに表面硬度を上げたり、酸化防止を目的に保護メッキを行ったりしても良い。また、光硬化性樹脂との離型性を上げるためクロム、ニッケル等のメッキを行うのが好

ましい。転写原型の微小くぼみの程度は、通常薄膜層を硬化する際に変形するのを考慮し設計する必要がある。

【0021】光硬化のための露光機としては、カーボンアーク灯、超高圧水銀灯、高圧水銀灯、キセノンランプ、メタルハライドランプ、蛍光ランプ、タンクスティンランプ等が挙げられる。

【0022】以上のようにして製造されたCMPパッド表面の微小突起は、平均高さが、1μm以上200μm以下であることが好ましい。200μmより大きいと研磨液が流れ過ぎて研磨速度が低下する。一方、1μmより小さいと金属研磨面と微小突起上面とが吸着し、スムーズな研磨を妨げる。また、微小突起の平均ピッチは、30μm以上1000μm以下であることが好ましい。30μmより小さいと、突起と突起の間隔が狭すぎて研磨屑等により目詰まりを起こす。また、1000μmより大きいと研磨面と接する微小突起数が少なく研磨速度が低下する。

【0023】微小突起の形状としては、角錐、円錐、角柱、円柱、半球状等が挙げられ、特に限定しないが、凸部上面の面積が0.25mm<sup>2</sup>以下であるのが好ましく、さらに好ましくは100μm<sup>2</sup>以上0.25mm<sup>2</sup>以下である。0.25mm<sup>2</sup>より大きいと研磨速度の低下を招き、100μm<sup>2</sup>より小さいと微小な凹凸の作製が困難である。

【0024】微小突起は、高さのばらつきが少ないと好まれる。高さのばらつきが大きいと研磨において基板に接しない微小空起が生じ研磨特性の安定性に欠ける。微小突起の高さのばらつき(1σ/平均高さ)は1.0%以下であるのが好ましい。高さのばらつき(1σ/平均高さ)が10%を超えると研磨において基板上の金属膜に接しない微小突起が生じて研磨特性の安定性に欠ける。

【0025】次に本発明における金属研磨液について説明する。本発明における金属研磨液は金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、金属表面に対する保護膜形成剤及び水からなる。金属研磨液にはさらに水溶性高分子化合物を含むのが好ましい。

【0026】金属研磨液における金属の酸化剤としては、過酸化水素、硝酸、過ヨウ素酸カリウム、次亜塩素酸、オゾン水より選ばれた少なくとも1種が好ましい。

【0027】金属研磨液における酸化金属溶解剤としては、例えばギ酸、酢酸、プロピオン酸、酣酸、吉草酸、2-メチル酣酸、n-ヘキサン酸、3,3-ジメチル酣酸、2-エチル酣酸、4-メチルベンタノン酸、n-ヘプタン酸、2-メチルヘキサン酸、n-オクタン酸、2-エチルヘキサン酸、安息香酸、グリコール酸、サリチル酸、グリセリン酸、シュウ酸、マロン酸、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、ビメリン酸、マレイイン酸、フタル酸、リンゴ酸、酒石酸、クエン酸等の有機酸、これら有機酸のエステル、これら有機酸のアンモニウム塩、硫

酸、硝酸、塩酸、次亜塩素酸、クロム酸等の無機酸、過硫酸アンモニウム、硝酸アンモニウム、塩化アンモニウム等のアンモニウム塩等が挙げられ、これらの中から選ばれた少なくとも1種が好ましい。

【0028】金属研磨液における保護膜形成剤は、BTA、BTA誘導体、例えばBTAのベンゼン環の一つの水素原子をメチル基で置換したもの(トリルトリアゾール)もしくはカルボキシル基等で置換したもの(ベンゾトリアゾール-4-カルボン酸の、メチル、エチル、プロピル、ブチル及びオクチルエステル)、又はナフトリアゾール、ナフトトリアゾール誘導体及びこれらを含む混合物の中から選ばれた少なくとも1種が好ましい。

【0029】水溶性高分子化合物は、ポリアクリル酸もしくはその塩、ポリアクリルアミド、ポリメタクリル酸もしくはその塩、ポリアミド酸およびその塩、ポリアクリルアミド、ポリビニルアルコールからなる群から選ばれた少なくとも1種が好ましい。

【0030】本発明では金属研磨液に固体砥粒を添加することもできる。固体砥粒としてはシリカ、アルミナ、ジルコニア、セリア、チタニア、炭化珪素等の無機物砥粒、ポリスチレン、ポリアクリル、ポリ塩化ビニル等の有機物砥粒のいずれでもよいが、研磨液中の分散安定性が良く、CMPにより発生する研磨傷(スクラッチ)の発生数の少ない、平均粒径が100nm以下のコロイダルシリカ、コロイダルアルミナが好ましい。また、固体砥粒の添加量は金属研磨液全重量に対して0.1重量%から1重量%であるのがよい。この配合量が0.1重量%未満では物理的な削り取り作用が小さいためCMPによる研磨速度が小さく、1重量%を超えると研磨傷あるいはディッシング量の増加を招く。

【0031】本発明における金属研磨液のpHは、CMPによる研磨速度が大きく、エッティング速度を効果的に抑制できる点で2以上5以下であるのが好ましい。pH2未満ではエッティング速度が大きく、保護膜形成剤でのエッティング抑制は困難である。また、pH5を超えるとCMPによる研磨速度が遅く実用的な研磨液とはなりにくい。

【0032】本発明の研磨方法における被研磨膜である金属膜の組成としては、銅、銅合金、銅の酸化物及び銅合金の酸化物からなる群から選ばれる少なくとも1種を含むのが好ましい。さらに、それらの膜と他の金属、合金もしくは化合物との膜等とからなる積層膜であってよい。

【0033】本発明の研磨方法のための研磨装置には、CMP技術を使用できる装置であれば特に制限はなく、円盤型研磨装置、リニア型研磨装置で用いることができる。一例としては、半導体基板を保持するホルダーと、CMPパッドを取り付けられ、モータ等により回転数が変更可能な研磨定盤とを有する一般的な研磨装置が挙げられる。

【0034】CMP技術により研磨する本発明の金属研磨方法を、順を追って説明する。研磨装置の研磨定盤上に、表面に微小突起を配列してなるCMPパッドを貼り付け等により取り付けて固定する。被研磨膜である金属膜を有する基板を、前記CMPパッドに金属膜の被研磨膜の面を向けて研磨装置のホルダーに取り付ける。ホルダーを移動させて基板の被研磨膜をCMPパッドに押し当てる。次いで、金属の酸化剤、酸化金属溶解剤、保護膜形成剤および水を含有する金属研磨液を供給しながら研磨定盤を回転させて基板とCMPパッドとを相対的に動かして研磨する。

【0035】押し当てることにより基板にかける圧力は、研磨後に傷が発生しないように1kgf/cm<sup>2</sup>(9.80×10<sup>4</sup>Pa)以下が好ましい。研磨条件は、特に制限はないが、例えば上記で例示した回転する研磨定盤を有する研磨装置を用いる場合、研磨定盤の回転速度は被研磨膜を有する基板が飛び出さないように1分間に200回転以下の低回転が好ましい。また、研磨している間、スラリー状の前記金属研磨液を、被研磨膜とCMPパッドとの間にポンプ等の供給装置で連続的に供給する。この供給量に制限はないが、研磨パッドの表面が常に金属研磨液のスラリーで覆われていることが好ましい。

【0036】研磨定盤の回転の他に、ホルダーを回転や振動させて研磨しても良い。また、研磨定盤を遊星回転させる研磨方法、ベルト状のCMPパッドを長尺方向の一方向に直線状に動かす研磨方法等が挙げられる。なお、ホルダーは固定、回転、振動のいずれの状態でも良い。これらの研磨方法は、CMPパッドと基板とを相対的に動かすのであれば、金属膜や研磨装置により適宜選択できる。

【0037】CMPパッドをベルト状とする場合には、反物(ウェブ)状の形態をなしているCMPパッドが好ましい。この形態のCMPパッドは、例えば、2軸延伸ポリエチレンテフタレートの支持体層上に、微小突起を光硬化により型から転写して表面に形成した光硬化性樹脂層を有するものが適している。このベルト状CMPパッドのように、連続的あるいは断続的にCMPパッドの新たな微小突起面を引き出しながら被研磨膜を研磨すると、研磨速度のばらつきが少なく、プロセス管理が容易なため好ましい。また、CMPパッドの微小突起の耐久性が増す。

【0038】研磨終了後の半導体基板は、流水中で良く洗浄後、スピンドライヤ等を用いて半導体基板上に付着した水滴を払い落としてから乾燥させることが好ましい。本発明の金属研磨方法によれば、半導体基板に形成された金属膜だけでなく、所定の配線を有する配線板に形成された、Al、Cu、Ti、TiN、W、Ta、Ta<sub>x</sub>N等を主として含有する膜、フォトマスク等に用いられている金属、ITO等の無機導電膜、磁気ディスク用

50

金属基板、磁気ヘッド等の金属膜を研磨することができる。

#### 【0039】

【実施例】以下、実施例により本発明を説明する。なお、本発明はこれらの実施例により限定されるものではない。

##### (実施例1)

(CMPパッドの作製) 直径130mmの円筒形の鉄製基材を回転させながら、銅メッキを行って、鉄に銅を100μm積層した原型基材を得た。これを研磨し表面が鏡面となるように加工した。ロールを移動させながら、彫刻子を押圧することによって、微小くぼみを形成した。さらにCrめっきを施し転写原型を作製した。支持層に厚さ125μmのポリエチレンフタレートフィルムを用い、このフィルム上に光硬化性樹脂をコーティングで40μmの膜厚になるように塗布した。次に前記転写原型を押しあて紫外線照射し光硬化性樹脂を硬化し、転写原型から分離して微小突起が光硬化性樹脂層の表面に配列されたフィルム状のCMPパッドを得た。微小突起形状を光学およびSEM観察したところ、形状は四角錐で、頂点の平均ピッチが150μm、突起の平均高さは25μmであった。なお、光硬化性樹脂溶液は、アクリル酸-ブチルアクリレート-ビニルアセテート共重合体5重量部、ブチルアセテート(モノマー)8重量部、ビニルアセテート(モノマー)8重量部、アクリル酸(モノマー)0.3重量部、ヘキサンジオールアクリレート(モノマー)0.2重量部、ヘキサンジオールアクリレート(モノマー)0.2重量部、ベンゾインソブチルエーテル(開始剤)2.5重量部からなるものを用いた。

【0040】(研磨液作製) 酸化金属溶解剤としてDL-リンゴ酸1.5g、保護膜形成剤として、ベンゾトリアゾール2g、水溶性高分子化合物としてポリアクリル酸0.5gを脱イオン水696gに加えて溶解し、1ミクロンフィルタでろ過をした。さらに金属の酸化剤として過酸化水素水(試薬特級、30%水溶液)300gを加えて金属研磨液を得た。

【0041】(基板の作製)シリコンウェハにプラズマCVD法で酸化シリコン膜を800nm形成した。次に、フォトリソグラフィ法で、幅100μm、溝深さ800nmの凹部からなる埋め込み配線形成部と幅100μmの凸部からなるスペース部とを交互に形成したディッキング評価部を作製し、同様に幅0.35μm、溝深さ800nmの凹部と幅0.35μmの凸部とを交互に形成した研磨残り評価部を作製した。さらに、スパッタ法およびメッキ法によって銅膜を1200nm形成し、次いで熱処理を行って前記溝深さ800nmの凹部に銅を埋め込んだ基板を作製した。

#### 【0042】(金属膜層の研磨) 上記作製したCMPパ\*

項目

加工荷重

\*ッドを1.2mm厚みの発泡ポリウレタンを間に挟んで研磨装置のφ380mmの研磨定盤上に貼り付けた。保持する基板取り付け用の吸着パッドを貼り付けたホルダーに上記銅を埋め込んだ基板を銅膜面を下にしてセットした。ホルダーを移動させて上記CMPパッド上に上記セットした基板を載せ、さらに加工荷重を100gf/cm<sup>2</sup>(9.80×10<sup>3</sup>Pa)に設定した。CMPパッド上に上記の金属研磨液を200cc/minの速度で滴下しながら、研磨定盤と基板の相対速度を36m/分で13分間回転させ、基板上の銅膜を研磨した。研磨後の基板を純水で良く洗浄後、乾燥した。下記の評価方法により評価した結果、研磨速度120nm/min、ディッキング量50nmであった。また、研磨残りも無く、凸部の余分な銅膜は完全に除去されていた。

#### 【0043】(研磨の評価)

CMPによる研磨速度：銅膜の研磨前後での膜厚差を電気抵抗値から換算して求めた。

ディッキング量：触針式段差計で研磨後の上記基板のディッキング評価部を測定した。

20 研磨残り：金属顕微鏡を用い、研磨後の上記基板の研磨残り評価部を観察した。

【0044】(実施例2) 研磨時の加工荷重を200gf/cm<sup>2</sup>(1.96×10<sup>4</sup>Pa)に変更した以外は実施例1と同様に行った結果、研磨速度200nm/min、ディッキング65nmであった。また、研磨残りも無く、余分な銅膜は完全に除去されていた。

【0045】(実施例3) 研磨時の加工荷重を400gf/cm<sup>2</sup>(3.92×10<sup>4</sup>Pa)に変更した以外は実施例1と同様に行った結果、研磨速度300nm/min

30 i n、ディッキング70nmであった。また、研磨残りも無く、余分な銅膜は完全に除去されていた。

【0046】(実施例4~6) 厚み25μmの銅箔フィルム上に感光性フィルムをラミネートした。半径100μmの円形がピッチ250μmで2次元に配列したネガマスクを用いて感光性フィルムを露光後、現像した。さらに、銅をエッチング処理した後、露光後の感光性フィルムを剥離して、深さ20μm半径100μmの円柱がピッチ250μmで2次元に配列した銅箔フィルムを得た。この銅箔フィルムを直径130mmの円筒形の鉄製基材に巻きつけた後Crめっきを行い転写原型を作製した。この転写原型を用いて実施例1と同様にして、微小突起が光硬化性樹脂層の表面に配列したフィルム状CMPパッドを得た。微小突起形状を光学およびSEM観察したところ、平均ピッチが250μm、突起の平均高さは20μm、底面の半径が100μmである円柱であった。さらに、このフィルム状CMPパッドを用いて実施例1~3と同様に研磨を行った結果を表1に示す。

#### 【0047】

#### 【表1】

研磨速度 ディッキング 研磨残り

11

12

	(gf/cm <sup>2</sup> )	(Pa)	(nm/min)	(nm)	
実施例4	100	(9.80×10 <sup>3</sup> )	150	90	なし
実施例5	200	(1.96×10 <sup>4</sup> )	230	98	なし
実施例6	400	(3.92×10 <sup>4</sup> )	330	100	なし

【0048】(比較例1~3) CMPパッドとして発泡ポリウレタンを用意し、研磨前に#70番手のダイヤモンド砥石を用いてドレッシング処理を行った。ドレッシング条件は、圧力90gf/cm<sup>2</sup> (8.82×10<sup>3</sup>Pa)、1分間に38回転、時間1分間とした。上記以\*

\* 外は実施例1~3と同様に研磨した。結果を表2に示す。

#### 【0049】

【表2】

項目	加工荷重		研磨速度 (nm/min)	ディッシング (nm)	研磨残り
	(gf/cm <sup>2</sup> )	(Pa)			
比較例1	100	(9.80×10 <sup>3</sup> )	0	測定不可	—
比較例2	200	(1.96×10 <sup>4</sup> )	200	110	あり
比較例3	400	(3.92×10 <sup>4</sup> )	320	123	なし

【0050】(実施例7) 実施例1のパッドを用いて実施例3と同様の条件で研磨を連続して20枚行った。研磨間は、洗浄液による洗浄のみでドレッシングは行わなかつた。平均研磨速度は、303nm/min、研磨速度のばらつき(1σ/平均研磨速度×100)は8%であった。

【0051】(比較例4) 比較例1の発泡ポリウレタンパッドを用いて比較例3と同様の条件で研磨を連続して20枚行った。なお、各基板を研磨する間に#70番手のダイヤモンド砥石を用いてドレッシング処理を行い、ドレッシング条件は、比較例1と同様とした。その結

※果、平均研磨速度は、317nm/min、研磨速度のばらつき(1σ/平均研磨速度×100)は15%であった。

#### 【0052】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、広範囲の

20 研磨条件において金属の埋め込み膜の余分な成膜層等の金属膜を効率良く除去し、また、高速度でばらつきが小さい高性能の研磨速度を発現する。さらに、ディッシング量が低減し、ドレッシング処理が不要となる。これにより、半導体素子製造のプロセス管理の簡便化、研磨基板の高信頼度化を可能とする。

---

#### フロントページの続き

(72)発明者 中川 宏

茨城県日立市東町四丁目13番1号 日立化  
成工業株式会社山崎事業所内

Fターム(参考) 3C058 AA09 CB01 CB02 CB04 CB10

DA02 DA12